



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 439 803 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 90125042.3

(51) Int. Cl.⁵: G01B 11/08

(22) Anmeldetag: 20.12.90

(30) Priorität: 31.01.90 DE 4002744

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.08.91 Patentblatt 91/32

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT
ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V.**
Leonrodstrasse 54
W-8000 München 19(DE)

(72) Erfinder: **Hartrumpf, Matthias, Dipl.-Phys.**
Binger Strasse 60
W-7500 Karlsruhe 21(DE)

(54) **Vorrichtung zur Messung der Positionen und der Durchmesser der Filamente eines Filamentbündels.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung der Positionen und der Durchmesser der Filamente eines Filamentbündels, das einen Laserscanner (1) vor dem Filamentbündel aufweist, und im optischen Pfad hinter dem zu vermessenden Filamentbündel (2) eine Optik (3), z.B. eine Linse oder Spiegel, sowie ein Filter (4) vorzugsweise in der Brennebene der Optik zur Ausblendung des nicht gestreuten Lichtanteils, sowie eine Detektor- und Auswerteeinrichtung (5) angeordnet sind, wobei das Filter nur für begrenzte Ausschnitte des Beugungsbildes durchlässig ist, und die Detektoreinrichtung gleichzeitig die Intensitäten an mehreren Stellen des Beugungsbildes misst, und in der Auswerteeinrichtung die Positionen der Filamente aus den gemessenen Intensitätsverläufen und die Durchmesser der Filamente aus den Verhältnissen der gemessenen Intensitäten bestimmt werden.

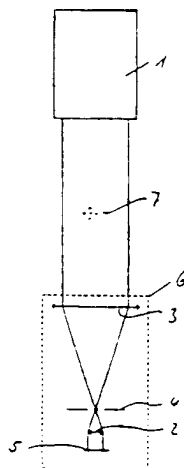


Fig. 1

EP 0 439 803 A2

VORRICHTUNG ZUR MESSUNG DER POSITIONEN UND DURCHMESSER DER FILAMENTE EINES FILAMENTBÜNDELS

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung der Positionen und der Durchmesser der einzelnen Filamente eines Filamentbündels gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bisher wird die Position des Filamentbündels vom Personal durch Augenschein wahrgenommen. Eine Messung der Durchmesser der einzelnen Filamente kann bislang nur durch Entnahme einer Probe und
5 Offline Untersuchung, z.B. durch Vermessung eines Schnitts durch ein Probebündel mit Bildverarbeitungssystemen, erfolgen. Diese Off-line Untersuchung ist dementsprechend arbeits- und zeitaufwendig.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zu schaffen, die die automatische Messung der Position und des Durchmessers der Filamente eines Filamentbündels gestattet. Erfindungsgemäß wird dies durch die Vorrichtung nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den
10 Unteransprüchen angegeben.

Mit der Vorrichtung nach Anspruch 1 werden die Fäden vorzugsweise einzeln abgetastet und können nunmehr gleichzeitig nach Position und Durchmesser vermessen werden.

Die erfindungsgemäße Ausblendung des nicht an den Filamenten gestreuten bzw. gebeugten Lichts erlaubt die Bestimmung der Positionen der einzelnen Filamente aus dem zeitlichen Abstand der detektierten Signalmaxima. Im Gegensatz zu den üblichen Laserscannersystemen können so auch die Positionen
15 von Filamenten mit Durchmessern kleiner als die Halbwertsbreite des Laserstrahls mit hoher Genauigkeit vermessen werden.

Die Vermessung der Intensitäten des Streulichts bzw. des an den Filamenten gebeugten Lichts in mindestens zwei unterschiedlichen Bereichen des Streu- bzw. Beugungsmusters erlaubt ferner die zusätzliche Vermessung der Durchmesser der einzelnen Fasern, unabhängig von der Intensität des beleuchtenden Lasers.
20

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren 1 - 5 erläutert:

Da Filamente, insbesondere Kunststofffäden, meistens durchsichtig sind oder/und kleiner als der Durchmesser des Lichtflecks eines Laserscanners, ist das Meßsignal- zu Umgebungssignalverhältnis bei der Messung des Schattens eines Filaments bzw. Filamentbündels sehr klein bzw. zu klein und kann daher als Meßhilfe für die Positionsbestimmung des Filaments nicht verwendet werden. Durch Filterung der 0.ten
25 Ordnung des Beugungs- bzw. Streumusters, d.h. Ausblendung des nicht auf die Filamente treffenden Lichts, erhält man nun ein wesentlich höheres Meßsignal- zu Beleuchtungssignalverhältnis. Dadurch wird in den meisten Fällen die Positionsbestimmung eines Filaments erst ermöglicht.

In Figur 1 wird zunächst eine Vorrichtung zur Positionsbestimmung gezeigt. Mit 1 ist ein Laserscanner bezeichnet. Zwischen dem Laserscanner und der Meßeinrichtung 6 ist das zu vermessende Filamentbündel 7 angeordnet, der Abstand beträgt ca. 0,2 - 2 m, das Filamentbündel liegt dabei etwa in der Mitte. In der
35 eigentlichen Meßeinrichtung 6 sind dann zunächst eine Linse 3, ein Filter 4 und eine weitere Linse 2 und eine Detektoreinrichtung 5 angeordnet. Statt des Filters kann für die reine Positionsvermessung ein Doppelspalt verwendet werden. Die Linse 2 kann auch weggelassen werden. Dann muß jedoch der Detektor eine größere empfindliche Fläche besitzen.

Fig. 5 zeigt Positionsmessungen mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei Kanal 1 (CH 1) die erfindungsgemäße Vorrichtung zeigt und Kanal 2 (CH 2) eine Vorrichtung nach dem Stand der Technik.

Zur Verdeutlichung des neuen Prinzips der Durchmesserermessung wird zunächst von einem festen Laserstrahl ausgegangen, der genau auf ein Filament ausgerichtet ist.
40 Die folgende Formel

$$45 \quad I \sim b' \sin^2 (\pi b x / \lambda f_1) / (\pi b x^2 / \lambda f_1)^2$$

gibt die Intensität des an einem Filament gebeugten Lichtes in einem Punkt x in der Brennebene der Linse F1 wider. b' ist der Durchmesser des Fadens, die Wellenlänge des Lichtes und F₁ die Brennweite der Linse 3. Nach dieser Formel kann der Durchmesser des Filaments berechnet werden, wenn ein Laserstrahl auf
50 den Faden gerichtet wird und das übliche Meßverfahren der Vermessung der Abstände der Maxima bzw. Minima, z.B. mit einem Zeilen- bzw. Matrixsensor benutzt wird.

Die Formel gilt für $b' \gg \lambda$, d.h. für Fraunhofersche Beugung am Filament.

Falls b' nicht sehr viel größer als λ ist, muß das aus der Streuung an dem Filament sich ergebende Streumuster in der Brennebene von Linse 3 berechnet werden.

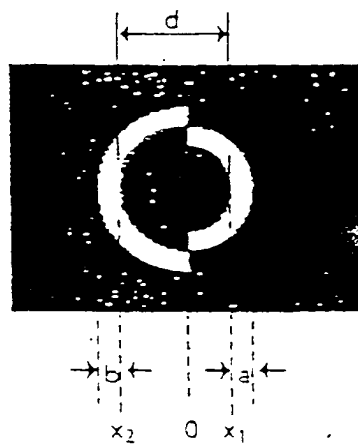


Fig. 2

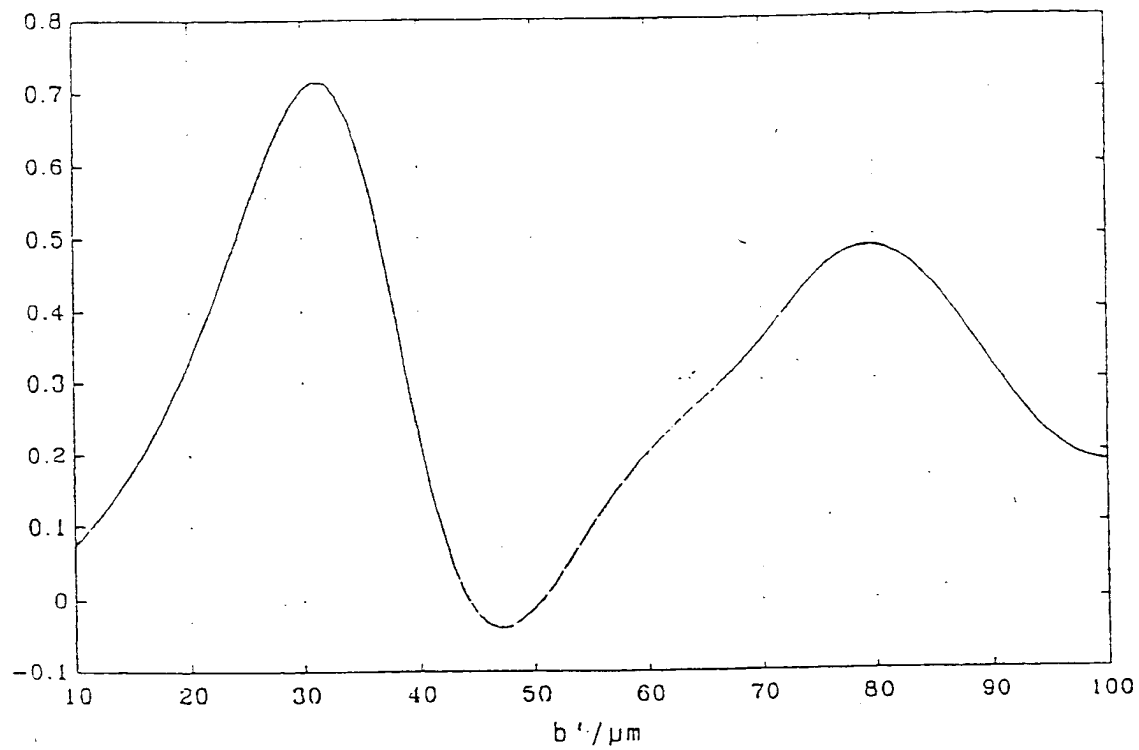


Fig. 3:

$$\left(\int_1^2 f(x) dx - \int_{-1,5}^{-2,5} f(x) dx \right) / \left(\int_1^2 f(x) dx + \int_{-1,5}^{-2,5} f(x) dx \right) \text{ versus } b'$$

$$f(x) = \sin^2(\pi b' x / \lambda f_1) / (\pi b' x / \lambda f_1)^2$$

$$\lambda = 632,8 \text{ nm}$$

$$f_1 = 10,0 \text{ mm}$$

$$a = 1,0 \text{ 'mm}$$

$$b = 1,0 \text{ mm}$$

$$d = 2,5 \text{ mm}$$

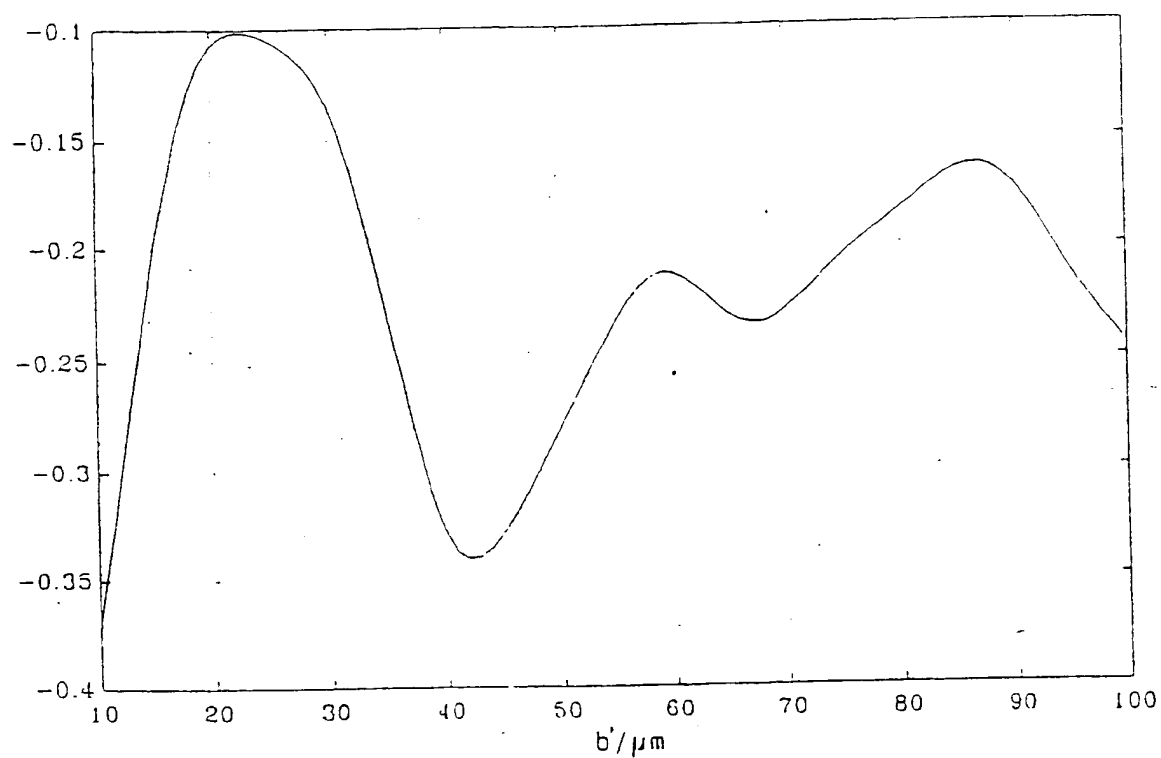


Fig. 4:

$$\left(\int_1^2 f(x) dx - \int_{-1}^{-4,5} f(x) dx \right) / \left(\int_1^2 f(x) dx + \int_{-1}^{-4,5} f(x) dx \right) \text{ versus } b'$$

$$f(x) = \sin^2(\pi b' x / \lambda f_1) / (\pi b' x / \lambda f_1)^2$$

$$\lambda = 632,8 \text{ nm}$$

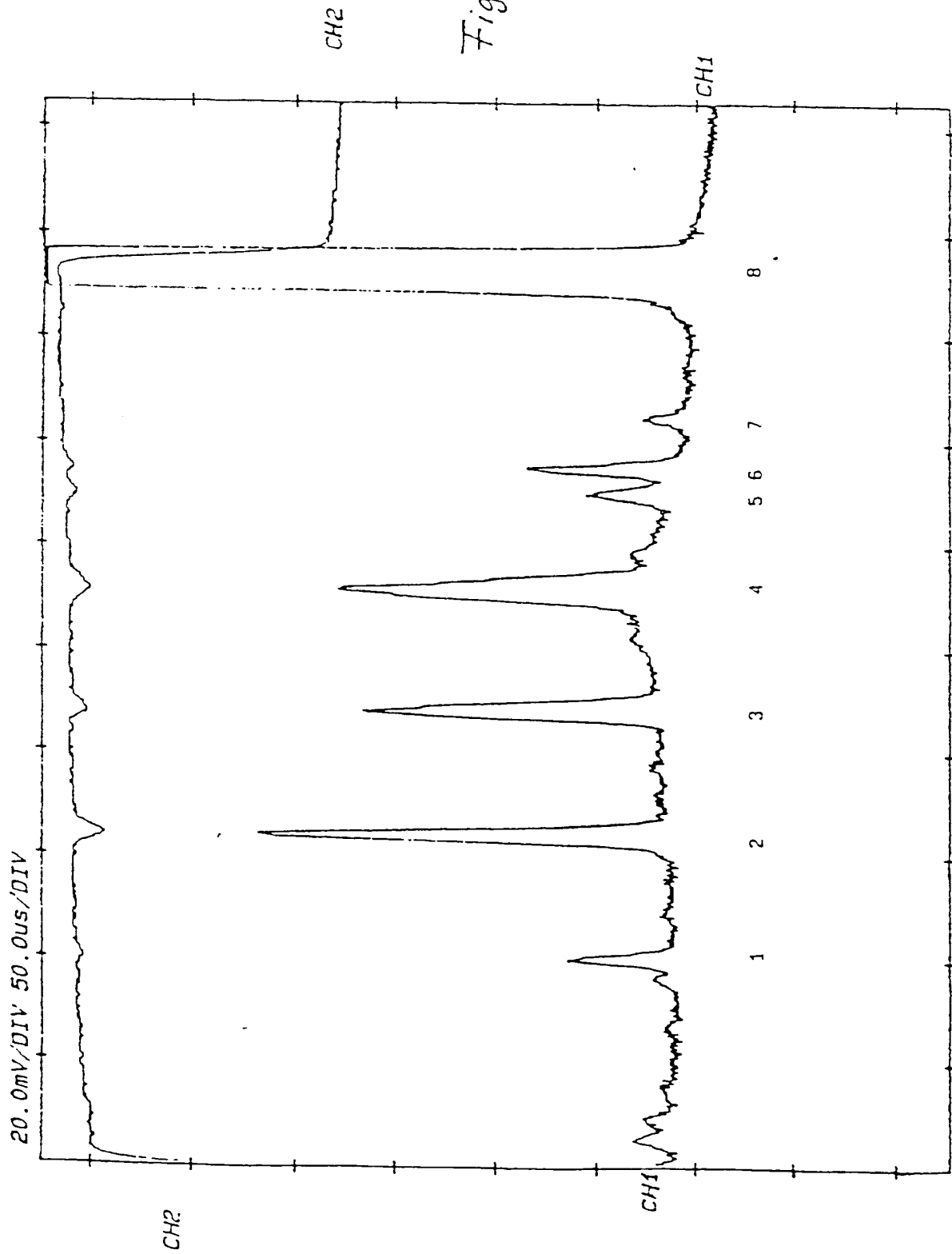
$$f_1 = 50,0 \text{ mm}$$

$$a = 1,0 \text{ mm}$$

$$b = 3,5 \text{ mm}$$

$$d = 2,0 \text{ mm}$$

Fig. 5





Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 439 803 A3**

(2)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90125042.3**

(51) Int. Cl.⁵ **G01B 11/08**

(22) Anmeldetag: **20.12.90**

(30) Priorität: **31.01.90 DE 4002744**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.08.91 Patentblatt 91/32

(34) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(33) Veröffentlichungstag des später veröffentlichten
Recherchenberichts: **09.10.91 Patentblatt 91/41**

(71) Anmelder: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT
ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V.
Leonrodstrasse 54
W-8000 München 19(DE)**

(72) Erfinder: **Hartrumpf, Matthias, Dipl.-Phys.
Binger Strasse 60
W-7500 Karlsruhe 21(DE)**

(54) **Vorrichtung zur Messung der Positionen und der Durchmesser der Filamente eines Filamentbündels.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Messung der Positionen und der Durchmesser der Filamente eines Filamentbündels, das einen Laserscanner (1) vor dem Filamentbündel aufweist, und im optischen Pfad hinter dem zu vermessenden Filamentbündel (7) eine Optik (3), z.B. eine Linse oder Spiegel, sowie ein Filter (4) vorzugsweise in der Brennebene der Optik zur Ausblendung des nicht gestreuten Lichtanteils, sowie eine Detektor- und Auswerteeinrichtung (5) angeordnet sind, wobei das Filter nur für begrenzte Ausschnitte des Beugungsbildes durchlässig ist, und die Detektoreinrichtung gleichzeitig die Intensitäten an mehreren Stellen des Beugungsbildes mißt, und in der Auswerteeinrichtung die Positionen der Filamente aus den gemessenen Intensitätsverläufen und die Durchmesser der Filamente aus den Verhältnissen der gemessenen Intensitäten bestimmt werden.

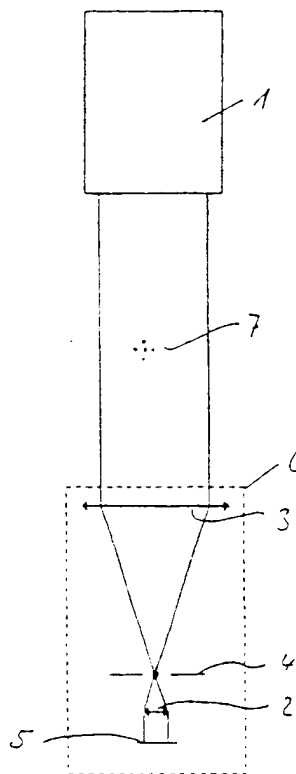


Fig. 1

EP 0 439 803 A3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 90125042.3

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 90125042.3
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 7)
X	WO - A1 - 89/04 946 (FARDEAU) * Zusammenfassung; Seite 7, Zeile 35 - Seite 8, Zeile 26; Fig. 2,3 * --	1,2,3	G 01 B 11/08
X	DE - A - 2 165 693 (SIEMENS) * Seite 4, Zeile 14 - Seite 5, Zeile 6; Fig. 1,2 * --	1,3	
A	FR - A - 2 129 389 (IBM) * Gesamt * -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 23-05-1991	Prüfer TOMASELLI
<div><div><p>EPA Form 1503 03 82</p><p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p><p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</p><p>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</p><p>A : technologischer Hintergrund</p><p>O : nichtschriftliche Offenbarung</p><p>P : Zwischenliteratur</p><p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p></div><div><p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p><p>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</p><p>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p><p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p></div></div>			

5. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

5 daß der optische Pfad Laserscanner-Detektor etwa senkrecht zum Filamentbündel angeordnet ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

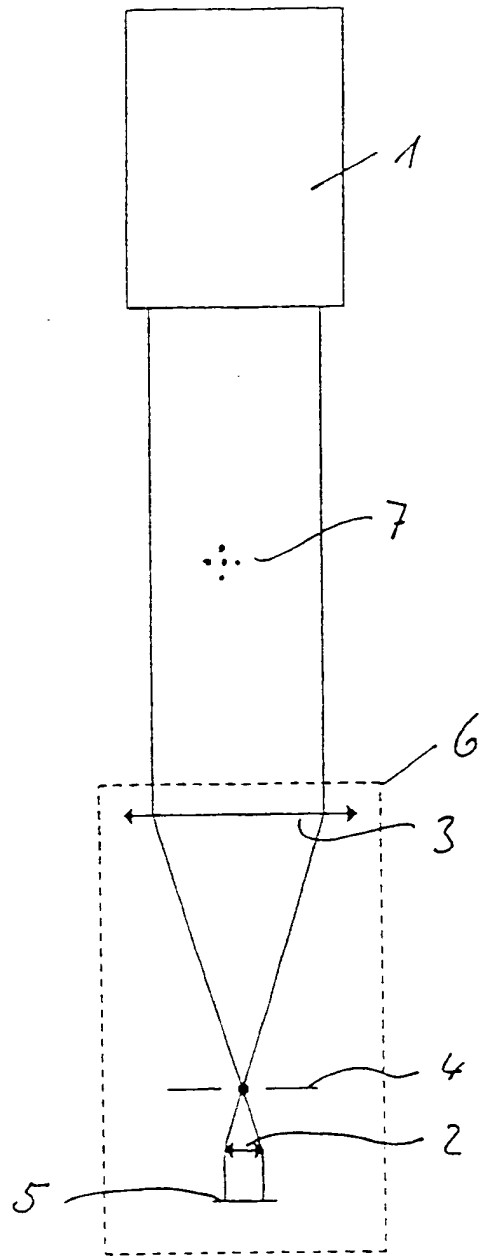


Fig. 1

Bei einer nicht raumfesten Ausrichtung des Filaments zum Laserstrahl, muß der beleuchtende Strahl größer als der maximale Schwankungsbereich des Filaments sein. Befindet sich dann mehr als ein Filament im Meßfeld, erhält man eine Überlagerung der einzelnen Signalmuster. Es kann in einem solchen Fall bestensfalls ein Mittelwert der Durchmesser gemessen werden. Zur Vermessung der Einzelfilamente eines Bündels müssen deshalb die Filamente z.B. mit einem Laserscanner einzeln abgetastet werden. Dann ist aber das Zeitintervall innerhalb dessen der Laserstrahl genau auf ein einzelnes Filament gerichtet ist, in der Regel so kurz, daß das oben beschriebene Meßverfahren nicht angewendet werden kann. Die Vermessung der Durchmesser der einzelnen Filamente kann unabhängig von der Intensität des beleuchtenden Strahl erfolgen, wenn eine, aus mehreren Einzeldetektoren bestehende Detektoreinrichtung und ein besonderes Filter, wie es gem. Fig. 2 vorgeschlagen wird, verwendet wird:

Eine Auswertung des mit einer Fotodiode der Länge a gemessenen Signals

$$\int_{x_1}^{x_1+a} I dx - b'^2 \int_{x_1}^{x_1+a} \sin^2(\pi b x / \lambda f_1) / (\pi b x / \lambda f_1)^2 dx$$

wenn der Laserstrahl genau auf das Filament gerichtet ist, ergibt in der Brennebene für einen bestimmten Weitenbereich von b' ein monoton mit b' veränderliches Signal, so daß aus Messungen des Integrals

$$\int_{x_1}^{x_1+a} I dx$$

b' berechnet werden kann, wobei bei Verwendung einer kreisförmigen Blende mit nachgeschalteter Fotodiode das Filament nicht senkrecht zur Lichtquelle und der Blendenöffnung liegen muß. Die Vermessung zweier Intensitäten, d.h. die Vermessung von

$$\int_{x_1}^{x_1+a} I dx \quad \text{und} \quad \int_{-x_2}^{-x_2-b} I dx$$

mit einer Vorrichtung nach den Figuren 1 und 2, gestattet eine Vermessung unabhängig von der Intensität des beleuchtenden Laserstrahls und die Detektion des Zeitpunkts, wenn der Laserstrahl genau auf das Filament gerichtet ist. Ist der Laserstrahl genau auf das Filament gerichtet, so ist bei entsprechender Dimensionierung des Filters das Signal

$$\int_{x_1}^{x_1+a} I dx + \int_{-x_2}^{-x_2-b} I dx$$

maximal.

Figuren 3 und 4 zeigen numerische Auswertungen des Verhältnisses

$$\left(\int_{x1}^{x1+a} I dx - \int_{-x2}^{-x2-b} I dx \right) / \left(\int_{x1}^{x1+a} I dx + \int_{-x2}^{-x2-b} I dx \right) = F(b')$$

mit verschiedenen Parametern. Durch Optimierung der Parameter kann dann monotone Abhängigkeit der Funktion $F(b')$ in einem weiten Bereich von b' erreicht werden. Es sind dann die Messungen der Filamentdurchmesser in diesem weiten Bereich b' unabhängig von der Intensität des beleuchtenden Strahls möglich.

Figur 2 zeigt nun einen speziellen Filter, wobei Kreisringausschnitte auf dem Filter so angeordnet sind, daß das Signal 0-ter Ordnung ausgeblendet werden kann und die Signale n-ter bis k-ter bzw. m-ter bis l-ter Beugungsordnungen auf die Detektoren gelangen, die die oben berechneten Integrale über die Gesamtintensitäten des Beugungs- bzw. Streumusters in den genannten Bereichen vermessen.

Die Kreisringe können z.B. den Innendurchmesser x_1 , x_2 und die Breiten a , b haben (s. Legende zu Fig. 3 und 4).

Figur 5 zeigt dann noch Positionsmessungen mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung, wobei Kanal 1 (CH 1) die erfindungsgemäße Vorrichtung zeigt und Kanal 2 (CH 2) eine Vorrichtung nach dem Stand der Technik.

Damit ist gezeigt, daß mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine automatische Bestimmung der Position und des Durchmessers von Filamenten von Filamentbündeln auf relativ einfache Weise mit einfachen technischen Mitteln zu erreichen ist.

25 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Messung der Positionen und der Durchmesser der Filamente eines Filamentbündels, das einen Laserscanner (1) vor dem Filamentbündel aufweist, und im optischen Pfad hinter dem zu vermessenden Filamentbündel (2) eine Optik (3), z.B. eine Linse oder Spiegel, sowie ein Filter (4) vorzugsweise in der Brennebene der Optik zur Ausblendung des nicht gestreuten Lichtanteils, sowie eine Detektor- und Auswerteeinrichtung (5) angeordnet sind,

dadurch gekennzeichnet,

- daß das Filter nur für begrenzte Ausschnitte des Beugungsbildes durchlässig ist, und die Detektoreinrichtung gleichzeitig die Intensitäten an mehreren Stellen des Beugungsbildes mißt, und in der Auswerteeinrichtung die Positionen der Filamente aus den gemessenen Intensitätsverläufen und die Durchmesser der Filamente aus den Verhältnissen der gemessenen Intensitäten bestimmt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Detektoreinrichtung aus mehreren Photodioden besteht.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

- daß Bereiche des Beugungs- bzw. Streumusters der Filamente vermessen werden.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

- daß das Filter für zwei Kreisringe oder Kreisringabschnitte mit unterschiedlichen Radien x_1 , x_2 durchlässig ist.